

IoT/M2M クラウドによる非接触火山泥流検知システムの開発および十勝岳実証試験について

株式会社拓和 ○柳町年輝、結城大介

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 藤浪武史、阿部孝章

1. はじめに

土砂災害検知センサーであるワイヤーセンサーに代わり、積雪寒冷地に対応した融雪型火山泥流検知を目的とした面的かつ多点観測による新しい観測システムの開発を行った。このシステムは、現在急速に発展しているIoT/M2Mクラウド技術を活用し、ネットワークを通じ何処にいてもセンサー情報の監視が可能となっている。現在、このシステムを実際の北海道十勝岳にて設置し実証試験を行っており、その内容を報告する。

2. 非接触火山泥流検知システム

2. 1 システム概要

積雪寒冷地において、積雪・融雪の影響を受けにくい非接触方式の振動検知式土石流センサー（以下振動センサー）、レーザー測域センサー（以下測域センサー）、監視カメラを組み合わせた非接触火山泥流検知システムの開発を行った（図-1）。

このシステムは、火山泥流による振動を上流に設置した振動センサーで発生を検知し、その検知信号をマルチホップ無線伝送し下流に設置した測域センサーと監視カメラを検知信号により起動し、火山泥流の断面（流量）計測および画像を記録する。これらの観測データは携帯回線等によりネットワーク上のサーバーに伝送し、WEBページにていつでもデータの閲覧が可能となっている。

このシステムの特徴は低消費電力の振動センサーにより発生を検知し、その検知信号にて他のシステムを起動する事により省電力で動作し太陽電池等での運用が可能である点である。また、測域センサーは、通常時は積雪計としての利用が可能で、融雪型火山泥流の基礎データである積雪量観測に利用する事や、対象物からの反射光量の違いが計測できるため、積雪、火山灰、水、土石流等の計測対象物の判別の可能性が期待される¹⁾。

2. 2 十勝岳実証試験システム

開発した非接触火山泥流検知システムの現地実証試験を近年火山活動が活発な傾向を見せている北海道十勝岳において平成28年1月末に設置し試験を行っている（図-2）。振動センサーは火山泥流流下の可能性がある白金温泉近傍の尻無沢川流路工に設置した（図-3）。また、測域センサー、監視カメラ、伝送装置は、まず試験の1段階目としてデータ計測・動作試験を目的とし、冬期の保守メンテナンスの容易さおよび商用電源が利用可能である十勝岳火山砂防情報センター（以下火山センター）に設置した（今後は実際の設置が想定される砂防堰堤等にて試験を行いたいと考えている）。振動センサーは流路工の右岸側に上下流2か所、火山センターから上流側約530m、下流側約340m離れた場所に設置し、それぞれ特定小電力無線装置（マルチホップ方式）により火山センターへ検知信号が送信され、電源は太陽電池（+バッテリー）で動作する。また寒冷地耐久試験として上流側の振動センサーは、センサーおよび変換器を地下埋設設置、下流側はセンサーを地下埋設、変換器は地上設置で防寒カバーにて試験を行った。測域センサー、監視カメラ、伝送装置は、火山センター3F屋外ベランダに設置し、測域センサー、監視カメラは屋外ベランダよりポールを張り出して地上の積雪面を観測す

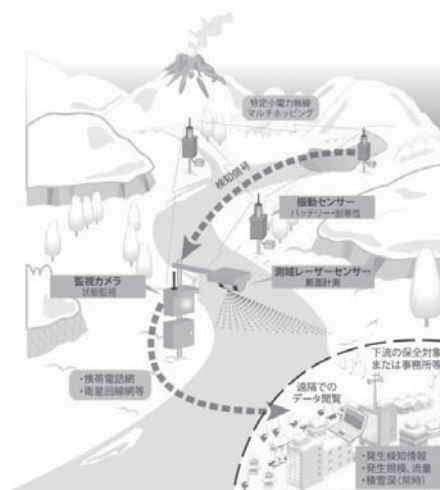


図-1 非接触火山泥流検知システム図



図-2 十勝岳実証試験システム位置図



図-3 振動センサー設置状況（上流側）

るように設置し毎正時および振動センサーからの検知信号を受けた時に動作・計測する（図-4）。また全てのセンサー観測データは、携帯伝送装置にて、ネットワーク上のサーバーへ伝送し、サーバーにてデータを蓄積、インターネットに接続されている PC やスマートフォンからいつでも観測情報の閲覧が可能である（図-5）。また遠隔の PC やスマートフォンから測域センサーや監視カメラの起動や操作も行う事が出来る。

2. 3 試験内容と結果

振動センサーは、実際に土石流等振動が発生しないと発生検知動作の確認ができないが、設置約1か月後のメンテナンス時センサー状態を調べたところ問題なく動作していることを確認した。また通信に関しては設置時、検知信号の伝送試験を行ったところ、上流・下流のセンサー共に火山砂防情報センターの受信装置への送受信は良好であったが伝送距離の近い下流のセンサーの方が地形の影響で若干受信信号が弱かった。しかしマルチホップ通信により、下流のセンサーから直接火山センターへ通信すると同時に上流のセンサーを経由して通信を行う事から、もし電波状況が悪い場合には上流のセンサーを経由する経路にて通信が行われると考えられ、複数の経路にて通信が行われ信頼性が高いと思われる（今後センサー動作、通信状況等連続した状態確認の試験を行いたいと考えている）。

測域センサー、監視カメラは、試験期間中（約2か月）は、計測漏れ無く正常に動作していることを HP の計測データより確認した。また測域センサーの融雪型火山泥流への計測データは、実際に発生しないと計測できないので、今回は積雪・融雪により変化する積雪面の観測試験を行い、積雪面が変化する様子が計測できることを確認した。計測結果例として約1か月毎の3回の計測データを示すと、1/30 から2/29 になると、積雪量が増え多い箇所では約60cm 積もり、3/30 になると逆に雪が融け1/30 積雪量より減っており、監視カメラの映像からもこのように積雪量に変化し、この変化状況が計測できていることが分かる（図-6）。また断面計測においても計測確認のため2か所雪を掘った箇所（図-6, 7のA・B）の形状および変化が捉えられていることが分かる（図-7）。

3. まとめ

積雪寒冷地に対応した融雪型火山泥流検知を目的とした非接触火山泥流検知システムを開発し、実際の北海道十勝岳に機器を設置、実証試験を行った。またデータ伝送にはIoT/M2Mクラウド技術を利用し、どこでもインターネットを利用した端末から観測データの監視を可能とした。実証試験結果として現在試験中で限られた期間であるが振動センサーの耐久動作、無線伝送、測域センサー・監視カメラの連動動作、測域センサーの計測データ、クラウド伝送・蓄積・表示共に良好な試験結果が得られた。今後試験項目・期間を増加させ実証試験を行いたいと考えている。また、本実証試験にご協力いただいた関係機関の皆様に謝意を申し上げます。

【参考文献】

1) 柳町年輝・結城大介・藤浪武史・阿部孝章：降雪地域を考慮した非接触火山泥流検知システムの開発、平成27年度砂防学会研究発表会概要集 pp. A284-A285



図-4 測域センサー等設置状況

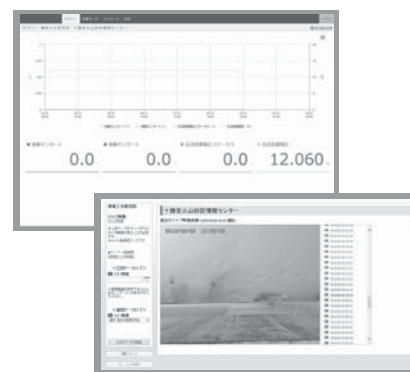
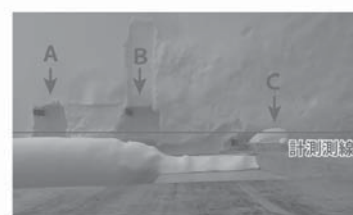
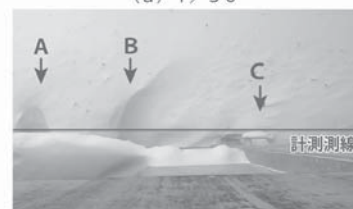


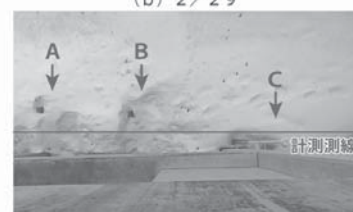
図-5 WEB 閲覧管理画面



(a) 1/30



(b) 2/29



(c) 3/30

図-6 積雪面の経緯画像

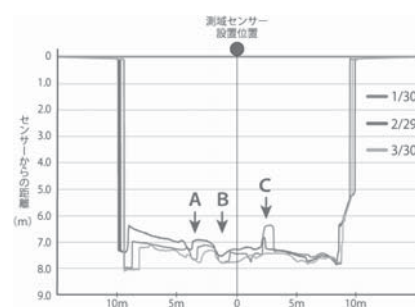


図-7 測域センサー測定結果